

## Zárójelentés

### a „Komplex biodiverzitás-tanulmányok kéregtelepű zuzmótaxonokon. II. További taxonok, újabb módszerek” c.

T 047160 OTKA pályázat (2004–2008) eredményeiről

Témavezető: **Farkas Edit**, biol. tud. kand., tudományos főmunkatárs  
MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót

A világ gombáinak mindössze 5%-a (!) vált ismertté napjainkig (HAWKSWORTH 1991, HAWKSWORTH & ROSSMANN 1997). Ennek kb. egyharmada Ascomycetes, ahova a legtöbb zuzmót, mint lichenizált gombát is soroljuk (APTROOT 1997). A tudományra új fajok jelentős része olyan területekről kerül elő, amelyek megközelítése korábban nagy nehézségekbe ütközött (pl. magashegységek, trópusi területek, sarkvidékek). Mérsékelt övi területeken pedig az adott terület flórája számára lehet még napjainkban is újdonságokat felfedezni (pl. *Sarcopyrenia gibba* – FARKAS & LÖKÖS 2003, OTKA T030209). A kéregtelepű zuzmók rendszertana még a többi zuzmóhoz képest is számos tisztázatlan kérdést vet fel. Ismeretük különösen fontos, mert

- a Föld (benne hazánk) élővilágának sokféleségéhez járulnak hozzá,
- a magyarországi zuzmóflórát túlnyomórészt (70%) kéregtelepű fajok alkotják,
- a szennyezett területek toleráns fajai közülük kerülnek ki.

Kutatásaink hazai, vagy hazai vonatkozású területeken folytak. A kéregtelepű növekedési formába tartozó zuzmók kutatására helyeztük a hangsúlyt, de néhány részfeladatunkban más növekedési formákat is érintettünk, pl. a Magyarországi fajlista természetesen a teljes zuzmóflórát tárgyalja. Résztvevőink négy hazai (MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót: Farkas Edit és Veres Katalin; MTM Növénytára, Budapest: Lőkös László; EKF Növényteni Tanszék, Eger: Molnár Katalin; ANP Jósvafő: Tóth Erika) és három külföldi intézmény (Babes-Bolyai Egyetem, Kolozsvár, Románia: Bartók Katalin; Royal Botanic Gardens, Kew, Nagy-Britannia: Aguirre-Hudson, Begoña; Duke University, Durham, Amerikai Egyesült Államok: Molnár Katalin és Lutzoni, Francois) munkatársai voltak, továbbá közreműködött Kovács M. Gábor (ELTE Növénysszervezettani Tanszék, Budapest), †Titov, Alexander N. (Komarov Botanikai Intézet, Szentpétervár, Oroszország), Varga Nóra egyetemi hallgató (ELTE TTK, Budapest), valamint 2004–2005-ben Lóth Hajnalka egyetemi hallgató (ELTE TTK, Budapest).

Együtműködésükkel sikerült megvalósítani a különböző intézményekben meglévő lichenológiai szakmai tapasztalatok, szakirodalom, vizsgálati anyagok és az alkalmazott módszerekhez szükséges technikai, műszerbeli felszereltség jobb kihasználását. Ezek szerint célunkat, hogy összehangoljuk és irányítjuk a több intézményben, különböző területeken folyó hazai lichenológiai kutatásokat, végül is sikerült megvalósítani. Azonban mindenkor szem előtt kellett tartanunk, hogy a különböző intézmények

számára a saját arculatuknak megfelelő eredmények az elsődlegesek. Ha pedig a munka egyik fázisát egy egyetemi hallgatóra bizzuk, tudnunk kell, hogy számára az egyetemi tanulmányok végzése a kutatómunkánál még akkor is előbbre való, ha történetesen szakdolgozati témájának kutatását támogatja az OTKA pályázat. És ez nem könnyíti meg a témavezető munkáját.

## ***I. Magyarországi anyagok vizsgálata***

### ***a) Magyarországi zuzmók és zuzmólakó mikrogombák revideált fajlistája***

További vizsgálatok érdekében összeállítottuk a hazai zuzmófajok revideált fajlistáját. A lichenizált és a zuzmólakó taxonokat egymástól elkülönítve szerepeltettük, mivel a lichenizált gombák ismerete előbbre tart a zuzmólakókénál, utóbbit egyelőre csak az eddigi publikációkban szereplő adatok alapján dolgoztuk fel, míg a zuzmókat régi és új gyűjteményes anyagon is tanulmányoztuk. Úgy döntöttünk, hogy listánkat az MTM Növénytára honlapján publikáljuk (FARKAS & LÖKÖS 2009), mivel ez a forma teszi leginkább lehetővé, hogy a *Magyarországi zuzmók és zuzmólakó mikrogombák revideált fajlistája*-t naprakész állapotban tartsuk. A világ zuzmólistáit tartalmazó honlap (FEUERER 2009) szerkesztőjét (Tassilo Feurer, University Hamburg) értesítettük, hogy listánk internetes elérhetőségét csatolja honlapján a számos helyen hibákat tartalmazó saját listája helyére. [Gyakori probléma a nemzetközi szakirodalomban ugyanis, hogy az országunkra vonatkozó adatok valójában a Kárpát-medence ma más országokhoz tartozó részein gyűjtött történeti adatokon alapulnak, s a külföldi szakemberek ezzel kapcsolatban nem eléggé tájékozottak.] Az ideiglenes lista nyomtatott publikálásának lehetőségét a következő évek során ismételten fontolóra vesszük (pl. *Studia Botanica Hungarica*, *Mikológiai Közlemények*, *Clusiana*). Listánk nevezéktani szempontból legtöbbször követi az Index Fungorum (IF 2009) számítógépes adatbázisban szereplő neveket, azonban igyekeztünk a legújabb szakirodalom tanulmányozása alapján is állást foglalni akkor is, ha az IF adatbázisban még nem szerepelt az adott név.

A listában feltüntettük a szakirodalomban, ill. herbáriumban szereplő legkorábbi adatot és azt a legfrissebb adatot, ami alapján igazolható vagy valószínűsíthető a taxon jelenlegi aktuális előfordulása. Minden esetben jeleztük, hogy mely név alatt történt a korábbi közlés, ill. mi az eredeti, herbáriumban szereplő név. Több esetben az adat további taxonómiai felülvizsgálatra szorul. Ennek oka lehet az, ha a taxon nemzetközi szinten is kevésbé ismert, vagy pedig a közelmúltban megjelent rendszertani feldolgozással való összevetés a lista készítése során vált nyilvánvalóvá, de idő hiányában már nem lehetett a részletesebb példányrevíziókat elvégezni. Ez eredetileg nem is volt és nem is lehetett célunk.

Munkánk eredményeként a hazai zuzmófajok 196 nemzetségének 864 fajtát tartalmazó listáját állítottunk össze.

A zuzmólakó mikrogombákról Varga Nóra ELTE biológus hallgató készített szakdolgozatot *Zuzmólakó mikrogombák Magyarországon az irodalmi adatok tükrében* címmel (VARGA 2009). A szakdolgozat

megvédése 2009. május/június folyamán várható (, mivel a hallgató egyéb vizsgakövetelményeinek teljesítése hátráltatja egyetemi tanulmányainak befejezését). A szakdolgozat Bánhegyi és munkatársai *Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. 1–3. köteteire* épül (BÁNHEGYI 1985a, b, 1987). Szintén elsősorban az IF (2009) alapján állapította meg a taxonok jelenlegi nevét. Azokat a fajokat, amelyekről herbáriumi példány hiányában nem eldönthető, hogy a jelenlegi felfogás szerint mely fajon alapulhatott közlésük, kérdőjellel (?) jelezte. Ha bizonytalan is a közlés, de a jelzett faj előfordulhat Magyarországon felkiáltójelet (!) tett neve elé. Szögletes zárójelben ([ ]) szerepeltette a fakultatív zuzmólakó taxonokat. A tárgyalt 24 taxon között 1 fakultatív zuzmólakót mutatott ki, továbbá ismerteti az *Athelia arachnoidea* és *Illosporopsis christiansenii* (*Hobsonia christiansenii*) fajokat, amelyek BÀNHEGYI és munkatársai (1985a, b, 1987) munkájában nem szerepelnek, de FARKAS (1990) korábbi kutatásai kimutatták magyarországi előfordulásukat.

E munkákon kívül még további 25 szakirodalmi közlés alapján mutattunk ki 19 zuzmólakó mikrogombát, ill. 11 általában a zuzmók között tárgyalt nem-lichenizált taxont ebben a külön listában tárgyalunk. Így a lichenológusok által napjainkban szokásosan tárgyalt 38 nemzetséghez tartozó 54 zuzmólakó és egyéb mikrogombát mutattunk ki Magyarországról.

A zuzmóképző és zuzmólakó gombák együttes fajszáma 918. Ez a VERSEGHY (1994) által jelzett 714 fajhoz képest jelentős fajszámnövekedés 151 irodalmi forrás, a BP, VBI, EGR és B herbáriumok részletes áttekintésének (rövidítések az Index Herbarium (HOLMGREN et al. 1990) szerint), részben taxonómiai és nevezéktani változásoknak, valamint kiterjedt terepi vizsgálatainknak köszönhető.

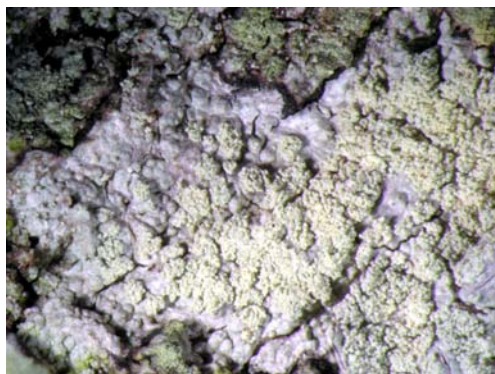
Néhány kipusztultnak hitt faj tudatos kutatás eredményeként vált ismét ismertté Magyarországról: *Solorinella asteriscus* (Pócs Tamás, OTKA T022575, PÓCS 1999: 150), *Lobaria pulmonaria* (Papp Beáta, Lőkös László és Farkas Edit, jelen OTKA). A ma már védett *Cetraria aculeata* velencei-hegységi lelőhely-visszaellenőrzése sikerrel járt (Lőkös László és Farkas Edit, OTKA T030209 és jelen OTKA). Új lelőhellyel gazdagodott a „veszélyeztetett” *Solorina saccata* a Bakonyból, a Keszthelyi-hegységből, ill. a Vértesből (Németh Cs. és Papp B., OTKA T034664). A kéregtelepű zuzmók és zuzmólakó mikrogombák Magyarországra új florisztikai adatait a következőkben tárgyaljuk részletesebben.

## A hazai zuzmóflóra új adatai

Az évek során folytatott terepbejárások eredményeként több faj új előfordulási adatát mutattuk ki Magyarországon a kéregtelepű növekedési formából. Ezek között 29 faj jelent új adatot az ország területére. Bizonyos fajokat több területről is azonosítottuk, ezáltal a korábban csak néhány adattal reprezentált fajról részletes elterjedési térképet tudtunk készíteni.

Magyarországra új a Naszályon gyűjtött *Gyalecta subclausa* (LÖKÖS 2009), a Csobáncon 2008-ban megtalált *Micarea botryoides* (BAUER et al. 2008), ill. a Bükkben 2005-ben felfedezett *Porina leptalea* (PÉNZES-KÓNYA et al. 2005), és további 22 zuzmófaj 2006–2008-ból: *Agonimia allobata*, *A. repleta*, *Anema tumidulum*, *Bacidia fuscoviridis*, *Biatoridium monasteriense*, *Caloplaca conversa*, *C. oasis*, *C.*

*raesaenenii*, *C. soralifera*, *Candelariella plumbea*, *Chromatochlamys muscorum*, *Diplotomma murorum*, *Lecanora leuckertiana*, *L. rouxii*, *Lepraria lesdainii*, *Lichinella cribellifera*, *Mycobilimbia epixanthoides*, *Opegrapha suecica*, *Scoliciosporum curvatum*, *Verrucaria helvetica*, *V. sorbinea* és a *Xanthoria sorediata* (VONDRÁK et al. 2009). Szintén új hazánk zuzmóflórájában az *Ochrolechia arborea* (1. ábra), amelyet először az Őrségben találtunk meg (BP: Lőkös, 2004), majd a Bükkből (EGR: Molnár, 2005), és később a Dél-Zselicből (BP: Farkas & Lőkös, 2008) is kimutattuk. Elkezdtük a hazai *Lepraria* fajok zuzmókémiai revízióját HPTLC vizsgálatok alapján. Az elővizsgálatok során két, Magyarországra új fajt azonosítottunk (*L. elobata*, *L. jackii*). Az eredmények publikálását a korábbi és újonnan gyűjtött példányok átfogó vizsgálata után tervezzük. A *Physcia aipolioides*-t nemrég (TÜRK et al. 1998) emelték faji rangra, mely így a magyarországi zuzmóflórában előforduló fajok számát is megnövelte eggyel (LISICKÁ et al. 2008). Ismert lelőhelyeihez képest hét újabb adattal gyarapítottuk elterjedési adatait (ötöt revízió, ill. két új lelőhelyen (Bakony, Naszály) történt gyűjtés révén).



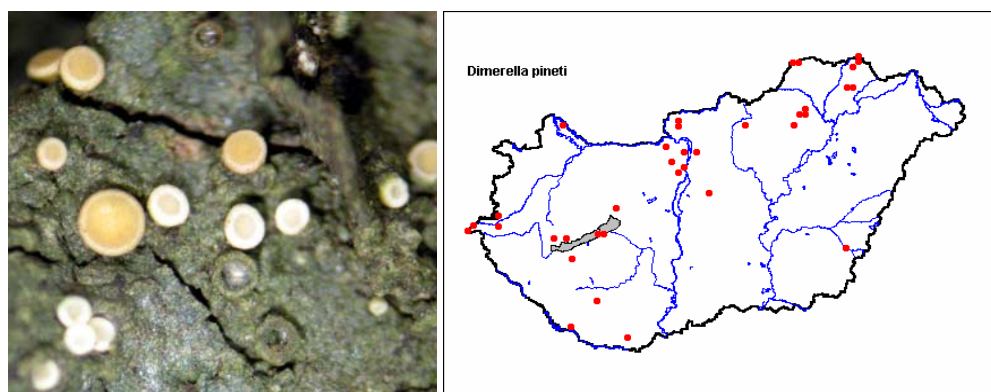
1. ábra. *Ochrolechia arborea*, Magyarországra új zuzmófaj.

A *Gonohymenia nigritella* második magyarországi előfordulását állapítottuk meg az Upponyi-hegység területéről (MOLNÁR & LÖKÖS 2007), a *Toninia aromatica*-ét a Csobáncon (BAUER et al. 2008), ill. a *Micarea botryoides*-ét pedig a Gödöllői-dombságból (BP: Lőkös, 2005). A Keszthelyi-hegységben végzett terepmunka során mutattuk ki a ritka *Solenopsora candicans* harmadik, ill. a *Dirina stenhammari* negyedik hazai lelőhelyét. A Gödöllői-dombságból a *Chaenotheca phaeocephala* újabb példányát fedeztük fel, e fajnak recens adatai eddig csak az Aggteleki-karsztról, korábbi (múlt század 30-as évek) adatai pedig a Bükkből és a Medvesről voltak ismertek.

A Mátrára nézve új kéregtelepű fajokat mutattunk ki az Ilona-völgyből: *Candelariella reflexa*, *Lecanora saligna*, *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlarotera*, *Pseudosagedia aenea* (MOLNÁR 2005). A Bükkre nézve új kéregtelepű fajok: *Lecanora conizaeoides*, *Ochrolechia arborea*, *Porina leptalea*, *Strangospora pinicola*, *Trapeliopsis flexuosa* (PÉNZES-KÓNYA et al. 2005).

A korábban csak 4 hazai adattal reprezentált *Dimerella pineti* jelenleg 35 új elterjedési adattal rendelkezik az ország különböző régióiból (2. ábra), feltehetőleg a környezet állapotának változása következtében (FARKAS & LÖKÖS 2005).

A zuzmólakó mikrogombák közül az *Amphisphaeria fallax*, *Lichenostigma elongata* és *Stigmidium rouxianum* új Magyarországra (VONDRÁK et al. 2009).



2. ábra. *Dimerella pineti* habitusa és elterjedése Magyarországon.

## Hazai fajok kutatásának gyakorlati és nemzetközi jelentősége

Kutatásokat folytattunk 5 hazai ritka, veszélyeztetett, ill. pannon-endemikus zuzmófaj törvényes védelmének előkészítéséhez (FARKAS & LÖKÖS 2006, 2007). A 2005. augusztus 31-én elfogadott törvény „23/2005. (VIII.31) KvVM” a következő fajok védelmét biztosítja: tüskés vértecs (*Cetraria aculeata* (Schreb.) Fr.), magyar tölcsérzuzmó (*Cladonia magyarica* Vainio), virágos szakállzuzmó (*Usnea florida* (L.) Weber ex F. H. Wigg.), magyar bodrány (*Xanthoparmelia pseudohungarica* (Gyelnik) Hale), és területkeny bodrány (*Xanthoparmelia subdiffluens* Hale). Mind az öt faj a nagyobb felületű, ezáltal a levegőszennyezettségre érzékenyebb bokros vagy lombos telepű növekedési formába tartozik, viszonylag jól felismerhető, azonosítható. Az *Usnea florida* (és más *Usnea* fajok) és a *Cetraria aculeata* meglehetősen ritkák Magyarországon. A *Cladonia magyarica* és a fenti *Xanthoparmelia* fajok első leírása magyarországi populációik alapján történt, elterjedésük közel endemikus, a legjellemzőbb populációik itt találhatók. 2008-ban (18/2008(VI.19.) KvVM r. alapján) további 3 faj vált védetté, a *Cladonia* (subgen. *Cladina*) nemzetség azon képviselői, amelyek korábban (2003) az Európai Közösség Élőhely Irányelv Vb függelékében szerepeltek, mint populációs szempontból jelentős, tömeges gyűjtés alól kizárt fajok: *C. arbuscula*, *C. mitis* és *C. rangiferina*. A zuzmófajokon keresztül egy újabb kriptogám élőlénycsoport bekerülése a hazai törvényes védelem körébe a természetes vegetáció és a biodiverzitás megőrzésének fontosságára irányítja a figyelmet.

Nemzetközi együttműködés keretében hazai adatokkal hozzájárultunk a Nyugati-Kárpátok zuzmólistájának elkészítéséhez (BIELCZYK et al. 2004) és a környezet állapotára érzékeny közép-európai *Leptogium* fajok feldolgozásához (CZEIKA et al. 2004). A Nyugati-Kárpátok 7 országon húzódik keresztül, hazánkból a teljes Északi-középhegység tartozik területéhez, ahol a hazai zuzmók több mint 80%-a megtalálható. 1261 szakirodalmi forrást is felhasználva, a lista 288 nemzetség 1817 fajt tartalmazza. Ez a terület alapállapotának felmérését képezi, amely referenciaként szolgál a térség biodiverzitásának tanulmányozásához, természetvédelmi, ill. konzervációbiológiai kutatásaihoz. Tizenegy közép-

európai cianofil zuzmó (többek között a Magyarországon a közelmúltban felfedezett *Leptogium biatorinum* és a *Leptogium magnussonii*) florisztikai és taxonómiai kutatása cseh–magyar–osztrák–szlovák együttműködésben valósult meg. E felmérések és publikációk jelentősége a tátrai fenyőpusztulás kapcsán jelentősen megnövekedett, mivel a korábbi állapot referenciaadatait tartalmazzák.

Ugyancsak a hazai elterjedési adatok felhasználásával készült el két európai zuzmó-biodiverzitást felmérő tanulmány (BERGAMINI et al. 2005, STOFER et al. 2006).

### b) Magyarországi kéregtelepű zuzmónemzetségek taxonómiai revíziós vizsgálata

A hazai kéregtelepű zuzmónemzetségekkel kapcsolatos korábbi vizsgálatainkat kiegészítettük, ill. lezártuk. Újabb taxonok revíziós feldolgozásával tettük teljesebbé a hazai zuzmók ismeretét. A revíziók eredményét a *Magyarországi zuzmók és zuzmólakó mikrogombák revideált fajlistája* (LÖKÖS & FARKAS 2009) számos helyen tartalmazza. Külön kiemeljük a Caliciales rend, a *Bacidia* s.l., ill. az *Arthopyrenia* s.l. taxonokkal kapcsolatos eredményeket.

#### „Caliciales” rend fajai

Elvégeztük a hazai, korábbi Caliciales rend (ma a molekuláris vizsgálatok alapján több rendbe sorolt nemzetségek) fajainak taxonómiai revízióját. Vizsgálatainkról Leif Tibell és †Alexander N. Titov kollégánkkal közös poszttert (LÖKÖS et al. 2005) készítettünk az 17. Nemzetközi Botanikai Kongresszusra (IBC17, Bécs, 2005. július 17–23). Több mint 200 irodalmi adatot és mintegy 300 herbáriumi példányt (BP, EGR, hb. Seaward (Bradford), JPU, S, SZE, SZO, UPS, VBI, W – vö. HOLMGREN et al. 1990) tanulmányoztunk. A *Magyarország zuzmóflórájának kézikönyvében* (VERSEGHY 1994) hét nemzetségbe tartozó 18 faj revíziója és újabb adatok kiértékelése után a csoportot jelenleg 11 nemzetségbe sorolt 31 faj képviseli: *Calicium* (7): *C. adpersum* Pers., *C. corynellum* (Ach.) Ach., *C. glaucellum* Ach., *C. parvum* Tibell, *C. quercinum* Pers., *C. salicinum* Pers., *C. trabinellum* (Ach.) Ach.,; *Chaenotheca* (10): *Ch. brachypoda* (Ach.) Tibell, *Ch. brunneola* (Ach.) Müll. Arg., *Ch. chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr., *Ch. ferruginea* (Turner ex Borrer) Migula, *Ch. furfuracea* (L.) Tibell, *Ch. hispidula* (Ach.) Zahlbr., *Ch. phaeocephala* (Turner) Th. Fr., *Ch. stemonea* (Ach.) Müll. Arg., *Ch. trichialis* (Ach.) Th. Fr., *Ch. xyloxena* Nádv., \**Chaenothecopsis* (5): \**Chs. debilis* (Turner et Borrer ex Sm.) Tibell, *Chs. pusilla* (Ach.) A. F. W. Schmidt, \**Chs. pusiola* (Ach.) Vainio, *Chs. savonica* (Räsänen) Tibell, *Chs. subparoica* (Nyl.) Tibell; *Cyphelium* (1): *Cy. notarisii* (Tul.) Blomb. et Forssell; *Microcalicium* (1): *M. arenarium* (Hampe ex A. Massal.) Tibell; *Mycocalicium* (1): *M. subtile* (Pers.) Szatala; \**Phaeocalicium* (1): *P. populneum* (Brond. ex Duby) A. F. W. Schmidt; \**Sclerophora* (1): \**S. pallida* (Pers.) Y. J. Yao et Spooner; *Sphinctrina* (2): \**Sph. tubaeformis* A. Massal., *Sph. turbinata* (Pers. in Fr.) De Not.; \**Stenocybe* (1): \**St. pullatula* (Ach.) B. Stein és \**Thelomma* (1): \**T. ocellatum* (Körber) Tibell. A *Chaenothecopsis*,

*Phaeocalicium*, *Sclerophora*, *Stenocybe* és *Thelomma* új nemzetségek Magyarország zuzmóflórájában, a csillaggal (\*) jelölt fajok pedig az ország területére új fajok (6).

A Caliciales taxonok hazai képviselői fakérgen és faanyagon, ritkán közeten vagy talajon, ill. más zuzmófajok telepén, legtöbbször megfelelően nedves mikroklimatikus környezetben fordulnak elő. Pontos ismeretük jelentős, mivel az erdőfolytonosság igazolására több taxon előfordulása indikátorértékű. A *Calicium quercinum* és *Chaenotheca hispidula* idős fák kérgén (főként *Quercus*), ritkán faanyagon nőnek. A *Chaenothecopsis debilis*, *Chs. pusilla*, *Chs. pusiola* és *Chs. savonica*, *Cyphelium notarisii*, *Mycocalicium subtile* és *Thelomma ocellatum* kizárólag faanyagon telepsznek meg. A *Sphinctrina turbinata* csak *Pertusaria* fajok telepén található. A *Phaeocalicium populneum* pedig nyárfák (*Populus tremula*) ágain, ritkán a fák törzsén tenyészik. A *Cyphelium notarisii* és a *Thelomma ocellatum* pedig a nyílt, napos helyeket kedveli.

### *Bacidia* s.l. fajai

Lökös László résztvevő kutatónk *summa cum laude* minősítéssel megvédte PhD disszertációját, amelynek témája a *Bacidia* s. l. zuzmónemzetség hazai fajainak taxonómiai revíziója volt (LÖKÖS 2005a, 2005b). 1870-től napjainkig 88 irodalmi forrásból származó mintegy 1000 irodalmi adatot ellenőrzött, az említések 90%-át pedig herbáriumai példánnyal azonosította. A régi és a friss gyűjtéseket összesítve nyolc hazai (BP, DEB, EGR, JPU, MM, SZE, SZO, VBI) és hat külföldi (B, CL, LD, S, TUR, W) gyűjtemény (vö. HOLMGREN et al. 1990) összesen 1470 példányát tanulmányozta, értékelte, ill. adatbázisba rendezte. Megállapította, hogy a *Bacidia* nevet valaha viselő hazai példányok ma hét nemzetséghez, ill. 24 fajhoz tartoznak: *Arthrorhaphis* (1): *A. citrinella*; *Arthrosporum* (1): *A. populorum*; *Bacidia* (10): *B. arceutina*, *B. bagliettoana*, *B. fraxinea*, *B. incompta*, *B. polychroa*, *B. rosella*, *B. rubella*, *B. subincompta*, *B. trachona*, *B. vermifera*; *Bacidina* (5): *B. arnoldiana*, *B. chlorotricula*, *B. egenula*, *B. inundata*, *B. phacodes*; *Bilimbia* (2): *B. lobulata*, *B. sabuletorum*; *Lecania* (2): *L. hyalina*, *L. naegelii*; és *Scoliciosporum* (3): *S. chlorococcum*, *S. sarothamni*, *S. umbrinum*. Téves határozás vagy névhasználat miatt 12 fajt kellett kizárni a hazai zuzmóflórából: *Bacidia affinis*, *B. (Micarea) cinerea*, *B. circumspecta*, *B. cuprea*, *B. effusa*, *B. friesiana*, *B. fusca/obscurata*, *B. geophana*, *B. laurocerasi*, *B. (Micarea) ligniaria*, *B. sphaeroides*, *B. trisepta*. Bizonyító példányok hiányában nem nyert igazolást négy további fajnak hazai előfordulása sem: *Bacidia atrogrisea*, *B. beckhausii*, *B. herbarum*, *B. perpusilla*.

### *Arthopyrenia* s.l. fajai

A lichenológia legújabb nemzetközi eredményeinek figyelembevételével Begoña Aguirre-Hudson közreműködésével elkészült az *Arthopyrenia* s.l. kéregtelepű pyrenocarp zuzmónemzetség 13 hazai vonatkozású fajának klasszikus morfológiai módszereken alapuló taxonómiai revíziója (AGUIRRE et al. 2004). Vizsgálatunk tárgyát képezte a Magyarország zuzmóflórájának kézikönyvében (VERSEGHY 1994) *Arthopyrenia* név alatt szereplő 11 faj (*A. analepta*, *A. biforme*, *A. cerasi*, *A. cinereopruinosa*, *A. fraxini*,



*A. grisea*, *A. lapponina*, *A. personii*, *A. punctiformis*, *A. rhypona* és *A. saxicola*) valamint HARRIS (1995) nemzetség-, ill. COPPINS (1988) fajkonceptióját követve az *Arthopyrenia mori* (= *A. santhai*) és az *A. antecellens* fajok. Vizsgálatunkból eleve kizártuk az *Anisomeridium biforme*-t és a *Naetrocymbe saxicola*-t. Kimutattuk, hogy az *Arthopyrenia mori* a *Naetrocymbe salicis* taxonómiai szinonimja.

Így vizsgálatunk eredményeként a jelenlegi modern felfogás szerint ma 3 faj (*A. analepta* (= *A. fallax*), *A. cinereopruinosa*, *A. viridescens*) tartozik az *Arthopyrenia* s. str. nemzetségbe. A vizsgált példányok másik része a *Naetrocymbe* nemzetség 7 fajához (*N. carneobrunneola*, *N. fraxini*, *N. grisea* (= *A. personii*), *N. nitescens*, *N. punctiformis*, *N. rhypona*, *N. salicis* (= *A. mori*)) és az *Anisomeridium ranunculosporum* fajhoz került besorolásra.

### c) Molekuláris vizsgálatok *Toninia* fajokon

Magyarországon az első zuzmógomba-eredetű DNS-vizsgálat 2005. márciusában valósult meg az Eötvös Loránd Egyetem Növényyszervezettani Tanszékén Kovács M. Gábor és Lóth Hajnalka biológus hallgató együttműködésével. Szakdolgozó hallgatónk a 2005/2006. tanév szeptemberi félévétől nem folytatta tanulmányait az ELTE-n, ezért molekuláris vizsgálatainkat egy időre megszakadtak.

Később lehetőségünk nyílt arra, hogy kutatásainkat a Duke Egyetemen is folytassuk Francois Lutzoni, Jolanta Miadlikowska, majd Molnár Katalin közreműködésével.

A hazai molekuláris genetikai vizsgálatok 2 területen folytak:

1) Egy három fajból álló talajlakó kéregtelepű fajcsoport (*Toninia opuntoides*, *T. physaroides* és *T. sedifolia*) magyarországi populációinak összehasonlítása DNS-szekvenciák alapján.

2) A toxitoleráns *Hypogymnia physodes* lombos zuzmófaj eltérő környezetminőségű területekről származó populációinak DNS-szekvencia vizsgálata. (Az eredményeket ld. a következő d) *Toxitoleráns fajok szekunder anyagcseretermékeinek vizsgálata* c. fejezetben)

A korábbi *Toninia coeruleonigricans* auct. taxont ma három közel egyforma gyakoriságú talajlakó kéregtelepű zuzmófaj képviseli Magyarországon (FARKAS & SUIJA 2008). A 2002-ben hagyományos morfológiai és kémiai alapon végzett revízió (FARKAS & LÖKÖS 2002) több példány esetében átmeneti formákat mutatott ki. Ennek kapcsán felmerült a molekuláris vizsgálat szükségessége annak igazolására, hogy a fajok valóban különálló taxonokat képviselnek-e. Egyúttal a fajok hazai variabilitásának lehetőségét is igyekeztünk feltárni (FARKAS et al. 2008).

A vizsgálatot egyrészt az ELTE Növényyszervezettani Tanszékén (Budapest – 12 minta), másrészt a Duke Egyetemen (Durham, USA – 18 minta) végeztük. A *Toninia opuntoides* (Vill.) Timdal fajból (**Op**) 4+5 mintát, a *T. sedifolia* (Scop.) Timdal (**Sed**) fajból szintén 4+5 mintát, a *T. physaroides* (Opiz) Zahlbr. (**Ph**) fajból 4+8 mintát vizsgáltunk a két helyen, amelyek a a Bakony (Bakonyjákó, Litér, Vilonya), Vértes (Csákberény), Budai-hegység (Nagy-Szénás), Gödöllői-dombság (Somlyó, Fót), Bükk (Kemesnye-kő) és a Kiskunság (Ágasegyháza, Csévharaszt, Tatárszentgyörgy) területéről származtak.

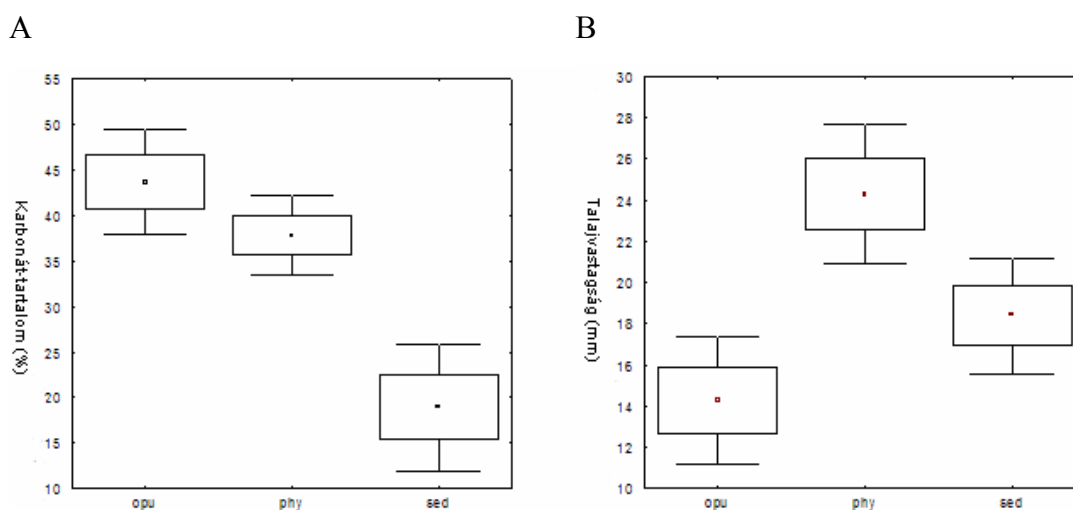


A mintákból a következő géneket amplifikáltuk és szekvenáltuk a zárójelben jelzett primerekkel: **ITS** (ITS1, ITS5, ITS1F, ITS4), **nucLSU** (LROR, LR5R, LR6, LR7, a szekvenáláshoz ezeken kívül még: LR3R, LR3), **nucSSU** (NSSU131, NS24, NS22, a szekvenáláshoz ezeken kívül még: NSSU897R, NSSU1088R, SR7R, NSSU1088, NSSU634, SR7).

A DNS amplifikációja és a lokuszok szekvenálása 4+15 **ITS**, 2 **nucLSU** és 16 **nucSSU** szekvenciát eredményezett. A kapott szekvenciák további feldolgozásához a Sequencher™ 4.5 szoftvercsomagot használtuk, az illesztéshez pedig a MacClade 4.05 programot.

Vizsgálatainkkal igazoltuk három különálló faj előfordulását, és kisebb különbségeket mutattunk ki a populációk között. A *T. physaroides* szekvenciái korábban nem voltak ismertek a GenBank adatbázisból. A két másik faj a mintákban 95–99%-os hasonlóságot mutatott előzőleg publikált szekvenciaadatokkal (EKMAN & WEDIN 2000).

A molekuláris vizsgálatok mellett e fajok élőhelypreferencia-vizsgálatát is elvégeztük. Veres Katalin (aki 2006. szeptembere óta résztvevő kutatónk lett) készített szakdolgozatot a *Toninia opuntoides*, *T. physaroides* és *T. sedifolia* Nagy-Szénáson található populációinak talajtani vizsgálatával kapcsolatos élőhelypreferencia-elemzéseiről (VERES 2005, 2006). A kb. 200 talajadaton varianciaanalízist (ANOVA) végzett. A 8 vizsgált paraméterből jelentős eltérést mutatott a 3 faj esetében a karbonáttartalom (*T. sedifolia* – 15–20%, *T. opuntoides* és *T. physaroides* – 35–45%, ld. 3A ábra) és a talajréteg-vastagság (*T. sedifolia* – 16–20 mm, *T. opuntoides* – 12–16 mm, *T. physaroides* – 22–26 mm, ld. 3B ábra) mérése, kisebb (nem szignifikáns) különbség volt a humusztartalomban is (*T. sedifolia* alatt magasabb, mint a másik két faj telepei alatt).



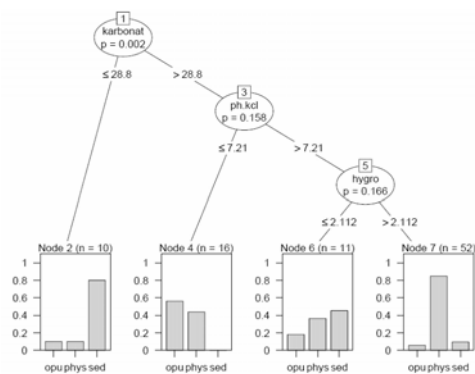
3. ábra. Talajparaméter adatok három *Toninia* faj (*T. opuntoides*, *T. physaroides* és *T. sedifolia*) telepei alatti talajban. A, karbonát tartalom; B, talajvastagság; (opu = *T. opuntoides*, phy = *Toninia physaroides*, sed = *T. sedifolia*, □ = Átlag, □ = Átlag ± SE, T = Átlag ± 1.96\*SE)

A vizsgálatot kiegészítettük „regressziós fa” vizsgálatokkal a talaj kémiai paramétereire (4A ábra) és egyéb terepi paraméterekre (4B ábra) vonatkozóan (VERES et al. 2008). Ennek eredményei szerint a 28,8% karbonáttartalom alatt a *T. sedifolia* fordul elő inkább, míg ugyanez a faj pH 7,21 alatt gyakori-

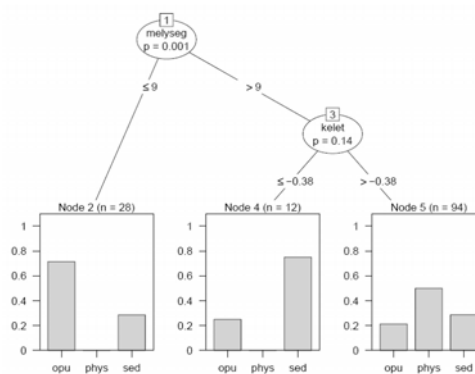
lag hiányzik. A *T. physodes* faj pedig a 2.112 higroszkopicitás érték felett, ill. 9 mm talajvastagság felett fordul elő nagyobb tömegben. A *T. sedifolia* a másik két fajnál nagyobb mértékben található meg nyugati fekvésű mikroélőhelyen, a *T. physaroides* pedig a másik két fajhoz képest gyakrabban fordul elő vízszinteshez közeli helyen, míg a többi a meredekebb felszínen gyakori.

**Toninia fajok regressziós fái:**

A. kémiai paraméterek:



B. terepi paraméterek:

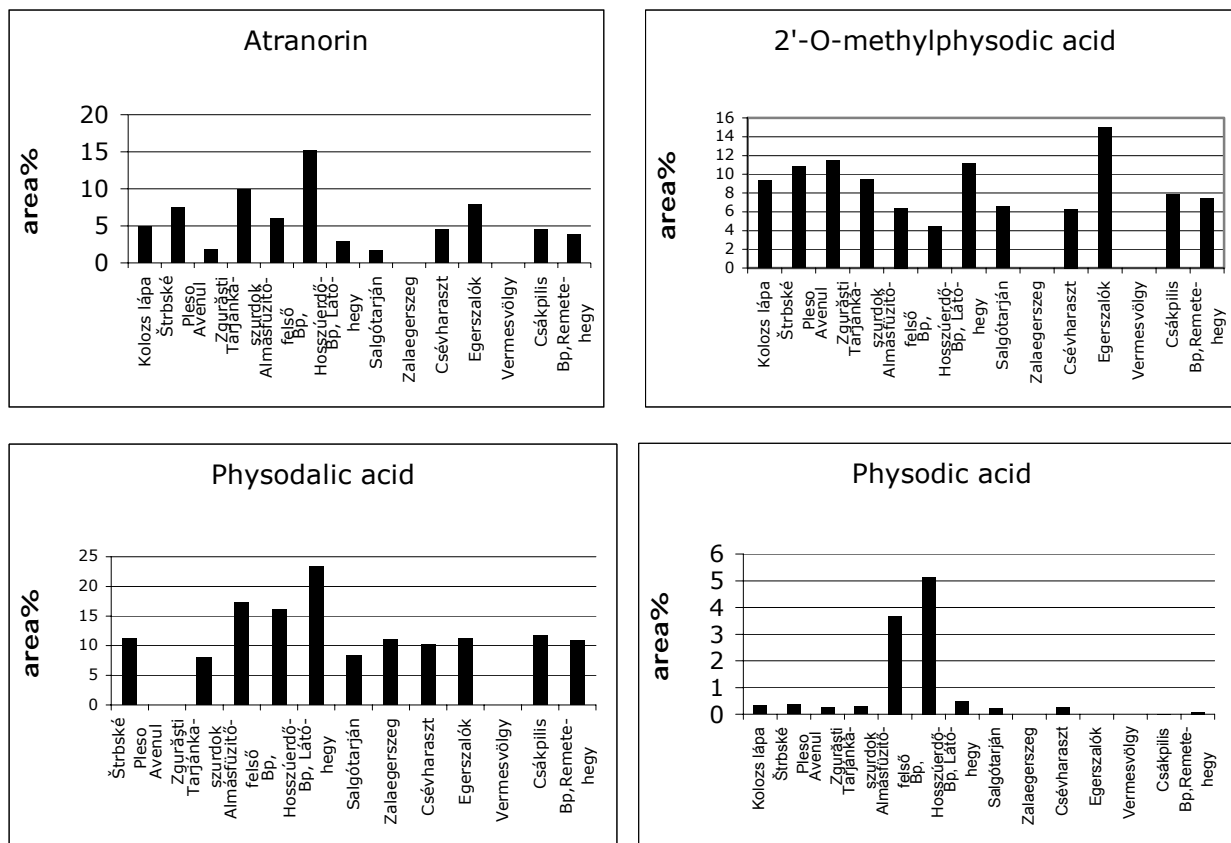


4. ábra. Regressziós fák a talaj kémiai paraméterei (A) és egyéb élőhelyi adatok (B) alapján három *Toninia* faj (*T. opuntoides*, *T. physaroides* és *T. sedifolia*) esetében (opu=*T. opuntoides*, phy=*Toninia physaroides*, sed=*T. sedifolia*).

Az élőhelyi vizsgálatok eredményei is a három faj különálló taxonómiai helyzetét erősítik.

#### d) Toxitoleráns fajok szekunder anyagcseretermékeinek vizsgálata

A zuzmókémiában rejlő bioindikációs lehetőségek elemzésére Molnár Katalin végzett vizsgálatokat *Hypogymnia physodes* és *Lecanora conizaeoides* széles elterjedt, szennyezéstűrő zuzmófajokon. Feltételezéseink és elővizsgálataink alapján a zuzmók szekunder anyagcseréje változást szenvedhet városi környezetben (FARKAS & MOLNÁR 2002), ami inkább mennyiségi változást jelent. Ezt mára 380 hazai és 111 külföldi példány nagyfelbontású vékonyréteg kromatográfiás (HPTLC) vizsgálata igazolja. A mennyiségi különbségek kimutatására Molnár Katalin közreműködésével hazánkban elsőként elkezdtük a HPLC alkalmazását zuzmók vizsgálatában. FEIGE et al. (1993) standardizált módszerének két jelentős módosítása vált szükségessé a hazai lehetőségek között: Phenomenex<sup>®</sup> Prodigy 5 µ ODS-3V oszlopot alkalmazása, valamint a benzoésav mellett belső standardként (a szolorinasav helyett) bisz(2-etilhexil)-ftalát használata. Összesen 18 *Hypogymnia physodes* példány szekunder anyagcseretermékeinek HPLC-vizsgálatára volt lehetőség. A minták különböző hazai (Budapest, Almásfüzitő, Salgótarján, Zalaegerszeg, Csepelharaszt, Mátra, Bükk, Tarna-vidék) és külföldi (Románia, Szlovákia) élőhelyekről származtak. A mintákban előforduló 7 zuzmóanyag (atranorin, fizodsav, oxifizodsav, fizodalsav, protocetrárisav, kloroatranorin, 2-O-metilfizodsav) mindegyike megtalálható volt minden mintában, az egyes minták között azonban jelentős mennyiségi eltérések mutatkoztak (ld. 5. ábra).

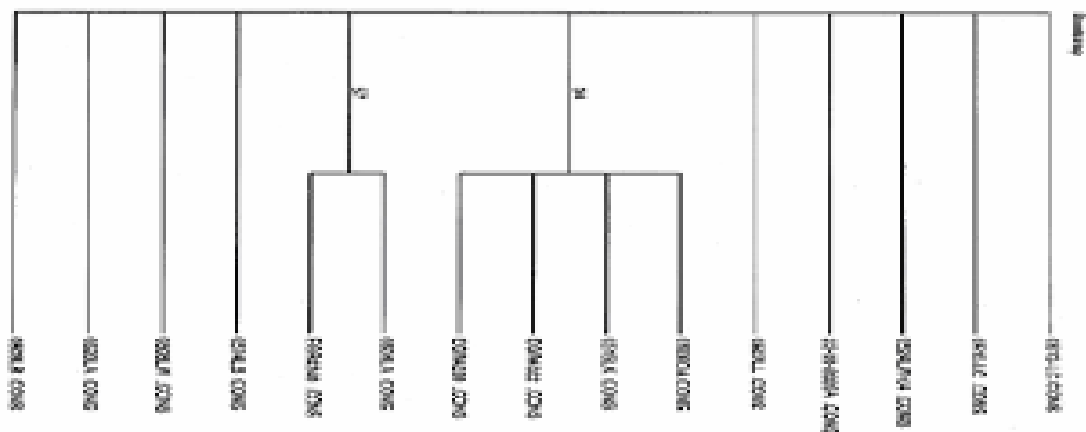


5. ábra. *Hypogymnia physodes* minták néhány speciális zuzmóanyag-tartalmának mennyiségi alakulása különböző élőhelyeken (HPLC vizsgálatok alapján).

Az eredmények részletes feldolgozását résztvevő kutatónk 2009. folyamán nyújtja be PhD disszertációként az ELTE Doktori Iskolájába, ami tervei szerint még ebben az évben megvédésre kerülhet.

A szekunder anyagcseretermékek termelésében is tükröződő, ill. az eltérő környezetminőségű élőhelyek hatására bekövetkező egyéb változások genetikai hátterének vizsgálata céljából molekuláris genetikai vizsgálatokat is indítottunk (Duke University, Durham).

A toxitoleráns *Hypogymnia physodes* zuzmófaj eltérő környezetminőségű területekről (Mátra: Ilona-völgy, Tarjanka-völgy; Tarna-vidék: Tarnalelesz, Bükk: Alsó-Kecskor, Balázs-kő, Borzlyuk-tető, Csákpilis, Egerszalók, Felsőtárkány, Jómarci-fertő, Kolozs-lápa, Kolozs-tető, Kövesdi-kilátó, Kövesdi-tető, Oldal-völgy, Ökrös-fertő, Szilvásvár, Vöröskő-völgy; Aggtelek, Kiskunság: Csévharaszt, Csorba-tó (Szlovákia)) származó 21 példányának vizsgálata történt meg genotípusuk és a szennyezési szint kapcsolatának tanulmányozása céljából. 7 gén (**ITS**, **nucSSU**, **nucLSU**, **mitSSU**, **RPB1**, **RPB2**, **EF1 $\alpha$** ) szekvenciájának meghatározására volt lehetőség. A DNS amplifikációja és a lokuszok szekvenálása 16 **ITS**, 18 **nucLSU**, 3 **nucSSU**, 21 **mitSSU**, 1 **RPB1**, 11 **RPB2** és 15 **EF1 $\alpha$**  szekvenciát eredményezett. A kapott szekvenciák további feldolgozása (Sequencher<sup>TM</sup> 4.5 szoftercsomag, illesztéshez MacClade 4.05 program) után az **ITS** és az **EF1 $\alpha$**  lokuszok esetén maximális parszimónia elven alapuló bootstrap teszt (PAUP 4.0b10 analízáló program) került elvégzésre (ld. 6. ábra).



6. ábra. *Hypogymnia physodes* minták **EF1 $\alpha$**  génszekvenciáinak bootstrap tesztje.

Mindezek alapján megállapítható volt, hogy a *Hypogymnia physodes* faj vizsgált populációi a felsorolt gének tekintetében szignifikáns eltéréseket nem mutatnak, tehát genetikailag egységesek. Az egymáshoz közeleső és az egymástól távolabbi populációk nem alkotnak külön kládokat.

A populációs szintű vizsgálatokra különösen alkalmas **ITS**, **nucLSU** és **nucSSU** gének összevetése nem mutatott szignifikáns eltérést az egyes minták között. Ez arra utal, hogy a levegőszennyezettség valószínűleg nem okoz kimutatható változást a vizsgált faj adott génjei esetében.

## II. Magyarországon kívüli területekről származó hazai vonatkozású gyűjtemények feldolgozása

### Trópusi gyűjtemények

A müncheni zuzmóherbárium (M) ausztráliai levéllakó zuzmóanyaga részben meghatározásra került, de az ausztráliai 8. Nemzetközi Mikológiai Kongresszuson nem tudtam részt venni. Eközben †Antonín Vězda (Brno) kollégám szintén egy ausztráliai gyűjteményen dolgozott és felmerült a közös publikáció lehetősége, de egészségi állapota miatt erre már nem került sor. Közben felkérést kaptam, hogy közreműködjek a David Galloway tiszteletére szerkesztett jubileumi tanulmány-kötetben (KÄRNEFELT & THELL 2007). Emiatt a tervezettől eltérő levéllakó gyűjteménnyel (Churchill Babington-gyűjtemény) kezdtem foglalkozni. Azonban az intézetfelújítási munkákkal kapcsolatos költözködés miatt ezt határidőre nem tudtam befejezni. Elkészült azonban egy kisebb tanulmány Trinidad levéllakó zuzmóival kapcsolatban és egy részletes feldolgozás a Fiji szigetek levéllakó zuzmóiról, amely anyagokon szintén évtizedek óta dolgoztam.

### Új adatok Trinidad levéllakó zuzmóflórájához

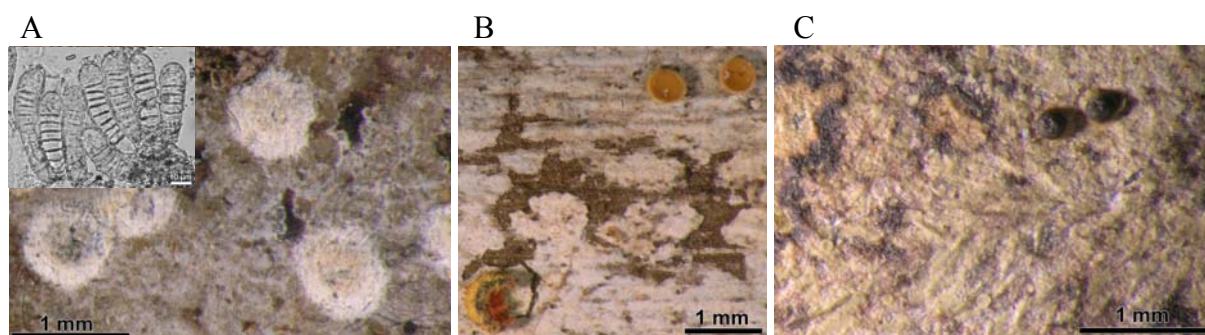
A Trinidadból kimutatott 15 levéllakó zuzmó közül 4 új a Karib-szigetek térségére, 9 pedig Trinidad és Tobago területére (FARKAS & HAWKSWORTH 2005). A különböző környezeti feltételekkel jellemezhető két vizsgált területen csak két közös faj fordult elő. Így e területek eltérő zuzmóflórája megerősíti e fajok indikátor-értékét vö. (LÜCKING 1997).

## A Fiji szigetek levéllakó zuzmóflórája

A Csendes-óceán déli részén fekvő Fiji szigetek 322 szigetből álló csoportja közül 106 tekinthető állandóan lakottnak. A lakosság 87 %-a a két központi szigeten (Viti Levu és Vanua Levu) él, méretük alapján a Taveuni és Kadavu szigetek követik őket. A szigetekeken húzódó 1300 m körüli csúcsokkal jellemezhető hegységeket esőerdők borítják.

A zuzmóflorisztikai adatokat ELIX & MCCARTHY (1998, 2008) összegezte. A különböző forrásmunkákból azonban 1860 óta mindössze 9 levéllakó faj adatai váltak ismertté. Az utóbbi évtizedek svéd és magyar (Thor, G. – 1985. december 21–25.; Pócs, S. & T. – 2003. augusztus 18 – szeptember 16.) gyűjtéseinek feldolgozása jelentős mértékben járult hozzá a területről ismert fajszám növekedéséhez (FARKAS 2008). A ma ismert, főként pántrópusi és paleotrópusi elterjedésű 78 faj közül 70 jelent a területre új adatot. Az eddig alig ismert levéllakó zuzmóflóra legérdekesebb adatai:

- 1) Széles elterjedésű (pántrópusi, paleotrópusi) fajok, pl. *Arthonia cyanea*, *Calenia thelotremella*, *Coenogonium subluteum*, *Eremothecella macrocephala* (7A ábra), *Mazosia phyllosema*, *Tapellaria nigrata*.
- 2) Más területekről a közelmúltban leírt fajok, pl., *Badimia elixii* (7B ábra), *Coenogonium usambarense*, *Phyllocratera papuana*.
- 3) Tudományra új fajok: *Calopadia fijiensis*, *Porina kadavuensis* és *P. taveuniensis* (7C ábra).



7. ábra. Fiji szigetek levéllakó zuzmófajok: A, *Eremothecella macrocephala* (Viti Levu, Thor 3), B, *Badimia elixii* (Viti Levu, Thor 2), C, *Porina taveuniensis* (Taveuni, Pócs 9).

## Churchill Babington levéllakó gyűjteménye (BM)

Churchill Babington (1821–1889) angol teológus és tudós, polihisztor lichenológiai munkásságára David Galloway (GALLOWAY 1991) irányította figyelmemet angliai tartózkodásom során (London, 1992). Levéllakó gyűjteményének legjelentősebb részét R. Spruce Amazonas-vidéki gyűjtései képezik, de a világ más tájairól (Ausztrália, Brazília, Brit Guyana, Nepál) is kerültek hozzá példányok. Több közülük SANTESSON (1952) levéllakó monográfiájában említett példány dupluma, amelyek között egy eddig nem nyilvántartott típuspéldányt is ki lehetett mutatni. A határozatlan anyagokat mennyiségüktől és állapotuktól függően különböző szinten tudtam beazonosítani. Tekintettel a több száz éves gyűjtemény értékére, mikroszkópi vizsgálatra csak korlátozott mértékben volt lehetőség. Tudománytörténeti kutatásokat

igényelt a gyűjtők és gyűjtési helyek kiderítése a gyakran rosszul olvasható kézi feliratozás miatt. Különleges értéke néhány példánynak, hogy a szubsztrátumként szolgáló levél rendszertani helye adott.

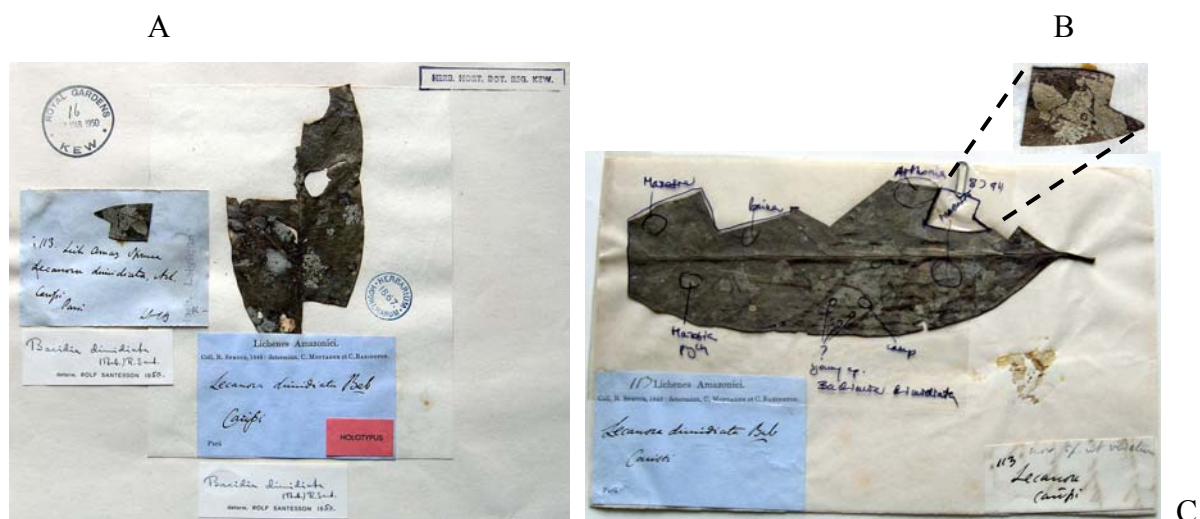
A legérdekesebb eredményt, egy típuspéldány kimutatásához kapcsolódó kutatásomat (vö. 8. ábra) itt mutatom be:

*Lecanora dimidiata* Babingt. ex Leighton, Trans. Linn. Soc. London 1866: 446, mostani nevén *Badimia dimidiata* (Babingt. ex Leighton) Vězda eredeti leírása:

„On leaves of various trees, identical with a specimen in my herbarium named as above, given to me by Rev. Prof. Churchill Babington, and collected by Mr. Spruce at Carissi, Pará. Spores 8, colourless, cylindrico-oblong, narrow, 3-septate, gelatina hymenea blue with iodine.” (LEIGHTON 1866: 466)

A BM törzsgyűjteményébe be nem osztott Babington-gyűjtemény egyik lapján, amely a „R. Spruce’s Lichenes Amazonici” gyűjteményből származik „nov. sp. ut. videtur 113 *Lecanora* Caripi” felirat látható, mellette *Lecanora dimidiata* Bab. Tehát Babington új faj felfedezését jelzi ezen a helyen (8C ábra). Ugyanakkor a BM (korábban K) gyűjteményben egy ugyanerről a gyűjtési helyről származó kis levéldarabka található, amelynek céduláján „Herb. Leighton” bélyegző nyoma látszik (8A (bal) és 8B ábra). Ez a holotípus SANTESSON (1952: 466–467) szerint, mégis a gyűjteményben egy másik példány van megjelölve típusként, egy feltételezett duplum példány (előzőleg a Herbarium Hookerianum 1867 része) Caripi megjelöléssel, de a „113” felirat nélkül (8A (jobb) ábra). Ez legfeljebb izotípus lehet.

A Babington gyűjteményben talált nagyobb levélhez egyértelműen hozzáilleszthető a kis levéldarabka. A nagyobb darabon szintén a *Badimia dimidiata* telepe azonosítható, fiatal termőtestekkel és kampilidiumokkal. (Mindkét levélen előfordul emellett az *Arthonia palmulacea* (Mül. Arg.) R. Sant. faj is, ami a levéldarabok összetartozását tovább erősíti.) Tehát Babington egyértelműen felismerte az új fajt, amit Leighton írt le ennek alapján. Az eddig rejtve maradt Babington példány ezért egyértelműen a holotípus része.



8. ábra. A *Badimia dimidiata* (Bab. ex Leighton) Vězda típuspéldányai. A, BM gyűjtemény: holotípus (bal), izotípus (jobb, eredetileg holotípusként jelölve); B, a holotípus nagyítva (180°-kal elforgatva); C, a Babington-gyűjtemény eddig rejtve maradt példánya a celofánra rárajzolt és hozzáillesztett holotípus-körvonallal.

## Magashegységi gyűjtemények

Bartók Katalin közreműködésével Romániában két kéregtelepű zuzmónemzetséget (*Graphis* – CRISAN & BARTÓK 2006, *Opegrapha* – BARTÓK & CRISAN 2004) dolgoztunk fel, mely fajjellemzéssel, határozókulccsal és elterjedési adatokkal, térképpel ellátott 2 *Graphis* és 11 *Opegrapha* fajt foglal magába. A saját, friss gyűjtésekkel kiegészített korábbi irodalmi és gyűjtési adatok alapján összeállítottuk a Pâreng hegység mintegy 130 fajból álló zuzmóflóralistáját (BARTÓK & LÖKÖS 2004). A 2001-ben gyűjtött 38 faj közül 13 újnak bizonyult a Pâreng flórájára, egy pedig Romániáéra. Ugyancsak Romániára új faj a Zgurăști-zsomboly területén (Bihar-hegység, Románia) gyűjtött *Lepraria nivalis* (EGR: Molnár, 2005).

A Ruszka-havasról gyűjtött *Lecanora thysanophora* szintén új Romániára (BARTÓK et al. 2006). A Torockói-hegységben végzett lichenológiai vizsgálataink során Románia zuzmóflórájára 4 új faj (*Caloplaca polycarpa*, *C. coronata*, *Toninia opuntoides*, *T. subnitida*), továbbá a területre 13 új faj mutatunk ki (BARTÓK & LÖKÖS 2008).

A Balkán különböző területein (Bulgária fekete-tengeri partvidékének déli szakaszán (Sztrandzsa), továbbá a bulgáriai magashegységekben, illetve Montenegróban (a Bjelasica és a Komovi hegységekben) végzett újabb gyűjtések (BP: Lökös, 2008) alapján Bulgária zuzmóflórájára új a *Sarcosagium campestre*, a *Squamarina periculosa*, a *Thelocarpon superellum*, az *Umbilicaria freyi* és az *U. nylanderiana*. Montenegróra új faj a *Ramonia luteola* és a *Solorina crocea*, Szerbiára pedig a *Belonia herculana*.

A BP külföldi herbárium a *Leptorhaphis* nemzetség példányainak revíziójáról megjelent publikációinkban 5 faj 6 területre új előfordulását mutattuk ki a Kárpát-medencéből (AGUIRRE-HUDSON et al. 2005).

Kutatásaink eredményeivel élhető környezetünk kialakításához járulunk hozzá hazai (vö. 8 védett zuzmófaj, erdőfolytonosság-indikátor Caliciales taxonok), európai (vö. Nyugati-Kárpátok zuzmólistája, környezet állapotára érzékeny *Leptogium* fajok) és globális (vö. trópusi esőerdei levéllakó zuzmó-bioindikátorok) szinten.

Munkánk eredményeként (a már csak részlejelentésekben szereplő tételeket is figyelembevéve) 21 folyóiratcikk, 20 konferencia absztrakt, 2 könyv, 3 könyvfejezet, 2 doktori disszertáció (ebből egy folyamatban), 2 egyetemi diplomamunka (ebből egy folyamatban) született. A pályázat futamideje alatt megjelent *Lichenológia – a zuzmók tudománya* c. általános lichenológiai kézikönyv a témavezető összes eddigi OTKA pályázatára támaszkodik, s ezt a köszönetnyilvánításban is jelzi.

Eredményeinkből az elkövetkező évek folyamán még további publikációkat tervezünk megjelentetni, amit a pályázat minősítéséhez kérünk figyelembe venni.



## Hivatkozott irodalom

- AGUIRRE-HUDSON, B., FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2004): *Pyrenolichens of the Hungarian lichen flora III: The genus Arthopyrenia sensu lato*. – In: Randlane, T. & Saag, A. (eds): IAL5 Symposium (“Lichens in focus”), 16–21 August, 2004, Book of Abstracts. University of Tartu, Tartu, Estonia, p. 10.
- AGUIRRE-HUDSON, B., FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2005): New records of Leptorhaphis and other ascomycete genera from the Carpathian basin (Europe). – *Herzogia* **18**: 47–50.
- APTROOT, A. (1997): Species diversity in tropical rainforest ascomycetes: lichenized versus non-lichenized; foliicolous versus corticolous. – *Abstracta Botanica* **21**(1): 37–44.
- BÁNHEGYI J., TÓTH S., UBRIZSY G. & VÖRÖS J. (1985a): *Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. 1.* – Akadémiai Kiadó Budapest, pp. 5–511.
- BÁNHEGYI J., TÓTH S., UBRIZSY G. & VÖRÖS J. (1985b): *Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. 2.* – Akadémiai Kiadó Budapest, pp. 517–1152.
- BÁNHEGYI J., TÓTH S., UBRIZSY G. & VÖRÖS J. (1987): *Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. 3.* – Akadémiai Kiadó Budapest, pp. 1157–1316.
- BARTÓK, K. & CRIȘAN, F. (2004): Studiul genului Opegrapha Ach. în România. – *Studia Univ. Babeș-Bolyai, Biologia*, **49**(2): 33–48.
- BARTÓK, K. & LÖKÖS, L. (2004): Contributions to the lichen flora and lichen ecology in the Parâng and Lotru Mountains (Southern Carpathians). – *Contribuții Botanice* **39**: 41–49.
- BARTÓK, K. & LÖKÖS, L. (2008): Contributions to the lichen flora of Trascău Mountains (Alba County, Romania). – *Contribuții Botanice* **42**: 27–34. (2007).
- BARTÓK, K., GUTTOVÁ, A. & LÖKÖS, L. (2006): Contributions to the epiphytic lichen flora of Poiana Ruscă Mts, Southern Carpathians (SW Romania). – *Contribuții Botanice* **40**: 105–110. (2005)
- BAUER, N., LÖKÖS, L. & PAPP, B. (2008): Distribution and habitats of Cardaminopsis petraea (L.) Hiitonen in Hungary. – *Studia bot. hung.* **39**: 113–138.
- BERGAMINI, A., SCHEIDEGGER, C., STOFER, S., CARVALHO, P., DAVEY, S., DIETRICH, M., DUBS, F., FARKAS, E., GRONER, U., KÄRKKÄINEN, K., KELLER, C., LÖKÖS, L., LOMMI, S., MÁGUAS, C., MITCHELL, R., PINHO, P., RICO, V. J., ARAGÓN, G., TRUSCOTT, A.-M., WOLSELEY, P. & WATT, A. (2005): Performance of macrolichens and lichen genera as indicators of lichen species richness and composition. – *Conservation Biology* **19**(4): 1051–1062.
- BIELCZYK, U., LACKOVIČOVÁ, A., FARKAS, E. E., LÖKÖS, L., LIŠKA, J., BREUSS, O. & KONDRATYUK, S. YA. (2004): *Checklist of lichens of the Western Carpathians*. – W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 181 pp.
- COPPINS, B. J. (1988): Notes on the genus Arthopyrenia in the British Isles. – *Lichenologist* **20**(4): 305–325.
- CRISAN, F. & BARTÓK, K. (2006): Studiul genului Graphis Adans (1763) in Romania. – *Contribuții Botanice* **40**: 111–118. (2005)
- CZEKA, H., CZEKA, G., GUTTOVÁ, A., FARKAS, E., LÖKÖS, L. & HALDA, J. (2004): Phytogeographic and taxonomic remarks on eleven species of cyanophilic lichens from Central Europe. – *Preslia* **76**: 183–192.
- EKMANN, S. & WEDIN, M. (2000): The phylogeny of the families Lecanoraceae and Bacidiaceae (lichenized Ascomycota) inferred from nuclear SSU rDNA sequences. – *Plant Biology* **2**: 350–360.
- ELIX, J. A. & MCCARTHY, P. M. (1998): *Catalogue of the Lichens of the Smaller Pacific Islands*. – *Bibliotheca Lichenologica* **70**: 1–361.
- ELIX, J. A. & MCCARTHY, P. M. (2008): *Checklist of Pacific Island Lichens*. Australian Biological Resources Study, Canberra. Version 10 June 2008. – [http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/Pacific\\_introduction.html](http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/Pacific_introduction.html)
- FARKAS, E. (1990): *Lichenológiai vizsgálatok Budapesten és a Pilis Bioszféra Rezervátumban – elterjedés, bioindikáció*. (Investigation of the lichen flora in Budapest and in the Pilis Biosphere Reservation – distribution and bioindication.) (In Hungarian.) – Ph.D. Thesis, Vácrátót, 121 pp.
- FARKAS, E. (2008): *Contributions to the foliicolous lichen flora of the Fiji Islands*. – “Biology of lichens and bryophytes”. The 6th IAL Symposium and Annual ABLIS Meeting. Asilomar, CA, USA, 13–19 July, 2008, Abstracts. p. 17.
- FARKAS, E. & HAWKSWORTH, D. L. (2005): New foliicolous lichen records from two different habitats in Trinidad. – *Caribbean Journal of Science* **40**(3): 399–401.
- FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2002): *Toninia species in Hungary*. – Book of abstracts, IMC7, The 7<sup>th</sup> International Mycological Congress, Oslo, 11–17 August 2002, pp. 199–200.
- FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2003): Pyrenolichens of the Hungarian lichen flora II. *Sarcopyrenia gibba* (Nyl.) Nyl. new to Hungary. – *Acta Botanica Hungarica* **45**(3–4): 273–278.
- FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2005): Dimerella pineti (lichen-forming fungus) in Hungary. – *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* **52**(2): 228.
- FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2006): Zuzmók – lichenizált gombák. – In: UJHELYI, P. & MOLNÁR, V. A. (szerk.): Élővilág enciklopédia. II. A Kárpát-medence gombái és növényei. – Kossuth Kiadó, Budapest, p. 46–52.
- FARKAS, E. & LÖKÖS, L. (2007): Védett zuzmófajok Magyarországon. (Protected lichen species in Hungary). – *Mikológiai Közlemények, Clusiana* **45**(1–3): 159–171. (2006).
- FARKAS, E. & MOLNÁR, K. (2002): Secondary metabolites of lichens and habitat factors. – *Acta Microbiol. Immunol. Hung.* **49**: 376.
- FARKAS, E. & SUIJA, A. (2008): Species of the former “Toninia coeruleonigrians” group in Estonia. – *Folia Cryptogamica Estonica* **44**: 33–36.

- FARKAS, E., KOVÁCS, G. M., MOLNÁR, K., LÖKÖS, L. & VERES, K. (2008): Molecular investigations of various lichen taxa and populations in Hungary. – *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* **55**(2): 187–188.
- FEIGE, G. B., LUMBSCH, H. T., HUNECK, S. & ELIX, J. A. (1993): Identification of lichen substances by a standardized high-performance liquid chromatographic method. – *Journal of Chromatography* **646**: 417–427.
- FEUERER, T. (ed.) (2009): Checklists of lichens and lichenicolous fungi. Version 1 February 2009. – <http://www.checklists.de>.
- GALLOWAY, D. (1991): Churchill Babington MA, DD, FLS (1821–1889) theologian archaeologist, rector: a forgotten Victorian lichenologist. – *British Lichen Society Bulletin* **69**: 1–7.
- HARRIS, R. C. (1995): *More Florida Lichens. Including the 100 Tour of the Pyrenolichens*. – Publ. by the Author, Bronx, N.Y. 192 pp.
- HAWKSWORTH, D. L. (1991): The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. – *Mycol. Res.* **95**(6): 641–655.
- HAWKSWORTH, D. L. & ROSSMANN, A. Y. (1997): Where are all the undescribed fungi? – *Phytopathology* **87**: 888–891.
- HOLMGREN, P. K., HOLMGREN, N. H. and BARNETT, L. C. (1990): *Index Herbariorum*. Part I: The herbaria of the world. 8th ed. – New York Botanical Garden, New York, 693 pp.
- IF (Index Fungorum Partnership) (2009): Index Fungorum. – <http://www.indexfungorum.org/>.
- KÄRNEFELT, I. & THELL, A. (eds) (2007): Lichenological Contributions in Honour of David Galloway. – *Bibliotheca Lichenologica* **95**: 1–603.
- LEIGHTON, W. A. (1866): Lichenes Amazonici et Andici lecti a Domino Spruce. – *Trans Linn. Soc. London* **25**: 433–460.
- LISICKÁ, E., LACKOVIČOVÁ, A., LIŠKA, J., LÖKÖS, L. & LISICKÝ, M. J. (2008): *Physcia aipolioides* – ein Beispiel einer invasiven Flechte oder einer unterschätzten Verbreitung? (*Physcia aipolioides* – an example of an invasive lichen or an underestimated distribution?). – *Sauteria* **15**: 303–318.
- LÖKÖS, L. (2005a): *A Bacidia s. l. zuzmónemzetség hazai fajainak taxonómiai revíziója*. – PhD disszertáció, PTE, Növénytani Tanszék, Biológia Doktoriskola, Pécs, 158 pp. (kézirat)
- LÖKÖS, L. (2005b): *A Bacidia s. l. zuzmónemzetség hazai fajainak taxonómiai revíziója*. – PhD disszertáció tézisei, PTE, Növénytani Tanszék, Biológia Doktoriskola, Pécs, 16 pp. (kézirat)
- LÖKÖS, L. (2009): *A Naszály zuzmóflórája*. – In: Kézdy, P. (szerk.): *Kutatások a váci Naszály-hegyen*. Tanulmánygyűjtemény. – *Rosalia* **5**: xxx–xxx.
- LÖKÖS, L. & FARKAS, E. (2009): *Revised checklist of the Hungarian lichen-forming and lichenicolous fungi. (Magyarországi zuzmók és zuzmólakó mikrogombák revideált fajlistája)*. – <http://www.nhmus.hu/modules.php?name=Tar-Noveny&op=mozuzmolista2>
- LÖKÖS, L. S., FARKAS, E. É., TIBELL, L. & TITOV, A. N. (2005): Calicioid lichens and fungi of Hungary. – Abstracts, XVII International Botanical Congress, Vienna, Austria, 17–23 July, 2005, p. 379.
- LÜCKING, R. (1997): The use of foliicolous lichens as bioindicators in the tropics, with special reference to the microclimate. – *Abstr. Bot.* **21**: 99–116.
- MOLNÁR, K. (2005): Adatok a Mátra hegység zuzmóflórájához III. Ilona-völgy. – *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* **29**: 19–24.
- MOLNÁR, K. & LÖKÖS, L. (2007): Adatok az Upponyi-szoros zuzmóflórájához. (Contributions to the lichen flora of the Upponyi-szoros). – *Folia historico naturalia musei Matraensis* **30**: 25–34. (2006).
- PÉNZES-KÖNYA, E., ORBÁN, S., MOLNÁR, K., KIS, G., & SASS-GYARMATI, A. (2005): *Special habitat types and new floristical data of the cryptogams in the area of the Bükk National Park*. – Conservation Ecology of Cryptogams, Sweden, 21–25 November 2005, Mid Sweden University, p. 54.
- PÓCS, T. (1999): A löszfalak virágtalan növényzete I. Orografikus sivatag a Kárpát-medencében. – *Kitaibelia* **4**(1): 143–156.
- SANTESSON, R. (1952): Foliicolous lichens I. A revision of the taxonomy of the obligately foliicolous, lichenized fungi. – *Symbolae Bot. Upsal.* **12**(1): 1–590.
- STOFER, S., BERGAMINI, A., ARAGÓN, G., CARVALHO, P., COPPINS, B. J., DAVEY, S., DIETRICH, M., FARKAS, E., KÄRKKÄINEN, K., KELLER, CH., LÖKÖS, L., LOMMI, S., MÁGUAS, C., MITCHELL, R., PINHO, P., RICO, V. J., TRUSCOTT, A.-M., WOLSELEY, P. A., WATT, A. & SCHEIDEGGER, C. (2006): Species richness of lichen functional groups in relation to land use intensity. – *Lichenologist* **38**(4): 331–353.
- TÜRK, R., BREUSS, O. & ÜBLAGGER, J. (1998): Die Flechten im Bundesland Niederösterreich. – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* **11**: 1–315.
- VARGA, N. (2009): *Zuzmólakó mikrogombák Magyarországon az irodalmi adatok tükrében*. – ELTE TTK, Növény szerzettani Tanszék. Szakdolgozat. Budapest. 84 pp. (kézirat)
- VERES, K. (2005): *Előtanulmányok hazai Toninia zuzmófajok élőhely-preferencia vizsgálatához a Nagy-Szénás területén*. – Szakdolgozat, ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest, 56 pp. (kézirat)
- VERES, K. (2006): *Előtanulmányok hazai Toninia fajok élőhely-preferencia vizsgálatához a Nagy-Szénás területén*. – In: Gulyás, P. et al (szerk.): *Ökológiánk mai helyzete*. Juhász Nagy Pál most lenne 70 éves (1935–1993). – TKTE Hírlevél **2006/2–3**: 92–94.
- VERES, K., CZÚCZ, B. & FARKAS, E. (2008): *Statistical analysis of substrate investigations of terricolous Toninia species in Hungary*. – In: Saar, I. & Suija, A. (eds): XVII Symposium of the Baltic Mycologists and Lichenologists. Estonia, Saaremaa, Mändjala, 17–21 September 2008. Abstracts. Tartu University Publishing, Tartu. p. 36.
- VERSEGHY, K. (1994): *Magyarország zuzmóflórájának határozókönyve*. – Természettudományi Múzeum Budapest pp. 415.
- VONDRÁK, J., ŠOUN, J., LÖKÖS, L. & KHODOSOVTSSEV, A. (2009): Noteworthy lichen-forming and lichenicolous fungi from the Bükk Mts, Hungary. – *Acta Bot. Hung.* **51**(1–2): 217–230.